



COURS DE TÉLÉINFORMATIQUE

SÉRIE 03

LES MODÈLES DE TRANSMISSION DES DONNÉES

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES :

À la fin de ce cours le stagiaire sera capable de :

- Caractériser les types de modulation numérique d'un signal analogique.
- Identifier les différents types de transmission de données
- Identifier et caractériser les supports de transmission
- Citer le matériel de transmission de données
- Caractériser les fonctions de modem-terminal

PLAN DE LA LEÇON :

I- LES MODÈLES DE TRANSMISSION DES DONNÉES.

INTRODUCTION

- 1- Notion du signal
 - a- Signal analogique
 - b- Signal numérique

II-LES TECHNIQUES DE TRANSMISSION

- 1- Transmission par modulation d'amplitude
- 2- Transmission par modulation de fréquence
- 3- Transmission par modulation de bande de base

III- LES TYPES DE TRANSMISSION

- 1- Simples
- 2- Half –duplex
- 3- Full-duplex
- 4- Voie de retour

IV- LES SUPPORTS DE TRANSMISSION

- 1- Les câbles à paires torsadées
- 2- Les câbles coaxiaux
- 3- Les câbles à fibre optique

V- CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION

- 1- La bande passante
- 2- Le débit binaire
- 3- Le bruit
- 4- L'affaiblissement
- 5- Le déphasage (distorsion)

VI- MATÉRIELS DE TRANSMISSION

- 1- La normalisation des jonctions

I- LES MODÈLES DE TRANSMISSION DES DONNÉES :

INTRODUCTION

En transmission, l'un des problèmes est d'adapter le signal envoyé au support de transmission (le canal), on appelle ça la modulation du signal.

1- Notion du signal :

On appelle signal toute variable ou source d'information évoluant en fonction du temps. Lorsque l'amplitude d'un signal est connue ou peut être déterminé à chaque instant, le signal est dit déterministe. Dans le cas où seul une information de nature statistique, telle la probabilité d'avoir une amplitude donnée à un instant donnée, le signal est dit aléatoire. Dès qu'il s'agit de communication de données, le terme signal *analogique* et *numérique* revient constamment.

a- Signal Analogique : Dans un signal analogique, tel que celui en usage pour la diffusion radio et TV, les informations voyagent circulent sous forme d'onde continûment variable. Comme le montre l'illustration suivante.

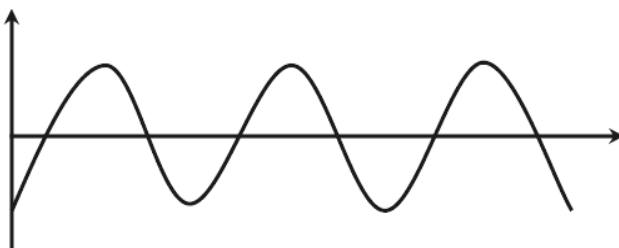


Figure 1.1 Exemple de signal analogique

Signal Numérique : le signal numérique est plus simple, dans la mesure où les informations circulent au moyen d'impulsions discrètes (Activation/Désactivation) sur un support de communication. Par exemple, du courant peut être envoyé sur le fil électrique pour transmettre un '1' binaire, et l'absence de courant équivaut à un '0' binaire. Un signal numérique ressemble à l'illustration suivante.

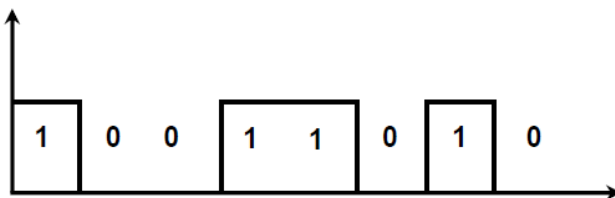


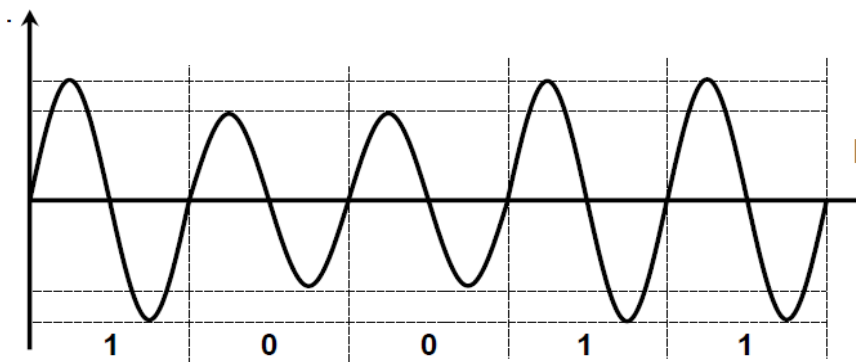
Figure 1.2 Exemple de signal numérique

II-LES TECHNIQUES DE TRANSMISSION :

1- Transmission par modulation d'amplitude :

La modulation d'amplitude est employée pour la radio AM (Amplitude Modulation) et peut l'être également pour les réseaux informatiques. Dans cette technique, l'amplitude de la porteuse est modifiée de manière à représenter et à coder les données : une amplitude élevée peut représenter un '1' binaire, et une amplitude basse un '0' binaire.

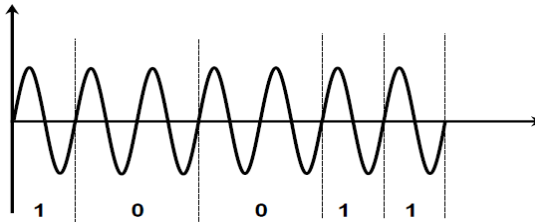
Exemple :



La modulation d'amplitude peut être sensible aux bruits et n'est pas très efficace pour les réseaux informatiques, mais elle est utilisée pour transmettre des données numériques sur fibre optique.

2- Transmission par modulation de fréquence :

La modulation de fréquence consiste à modifier la fréquence de la porteuse pour représenter les données. On associe une fréquence f_0 pour un '0' binaire et la fréquence f_1 pour un '1' binaire.

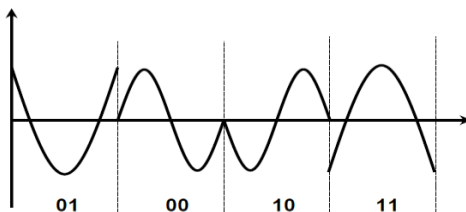


La figure montre un exemple de porteuse modulée en fréquence avec $f_1 = 2f_0$.

La modulation de fréquence n'est pas aussi parfaite aux erreurs que la modulation d'amplitude. Elle est couramment utilisée dans les transmissions radio (radio FM) et la télédiffusion.

3- Transmission par modulation de phase :

La modulation d'amplitude et de fréquence utilisent toutes les deux au moins une période complète de la porteuse pour coder un '0' ou un '1' binaire. Or, si on peut coder plusieurs bits pendant une seule période et le nombre de bits transmis par seconde sera augmenté. La modulation de phase a permis d'implanter cette possibilité dans les réseaux informatiques, avec cette technique, la phase de la porteuse qui est modifiée de manière à représenter les données.



La phase 0	correspond à	00
La phase $\pi/2$	correspond à	01
La phase π	correspond à	10
La phase $-\pi/2$	correspond à	11

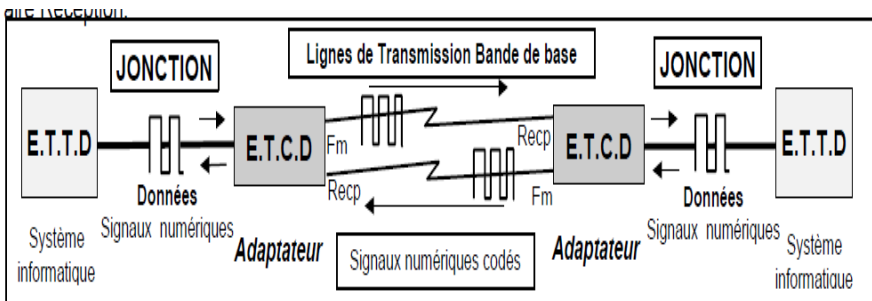
La figure montre une porteuse avec quatre phases, on peut coder ainsi 2 bits à chaque état. La modulation de phase est également appelée modulation par saut de phase.

4- Transmission par Modulation de bande de base :

Lorsque la longueur de la liaison ne dépasse pas quelques centaines de mètres, les informations peuvent être transmises sur le support de liaison sans transformation du signal numérique en signal analogique. Ce type de transmission sans transposition de fréquence par modulation est appelé transmission en bande de base.

La transmission en bande de base est utilisée principalement dans les réseaux locaux, elle permet d'obtenir des circuits de données à grand débit et faible portée (débits supérieurs à 1 Mbit/s pour des distances inférieures à 1 Km) en utilisant directement des supports physiques de types métallique (paires torsadées ou câble coaxiaux) ou optique avec éventuellement l'adjonction de répéteurs disposés sur des intervalles allant de 500 mètres à quelques kilomètres.

Cette technique de modulation est utilisée sur des lignes téléphoniques et permet des transmissions sur des distances très importantes (plusieurs milliers de kilomètres). Les signaux de données ne sont pas convertis en un signal analogique, mais transformés en un signal numérique codé. Le codage subi permet d'améliorer la propagation du signal



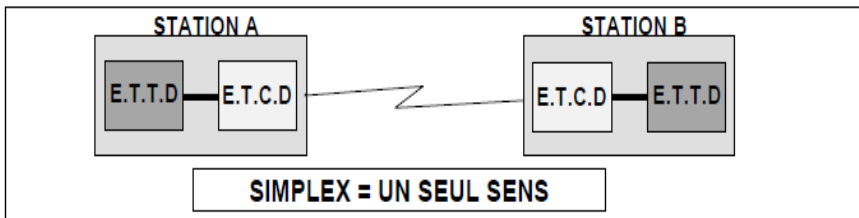
III- LES TYPES DE TRANSMISSION :

Selon le sens de transmission de données ; on distingue trois mode d'exploitation d'une liaison de transmission :

- Le mode Simplex ;
- Le mode Half-duplex;
- Le mode Full-duplex;
- Le mode Voie de retour.

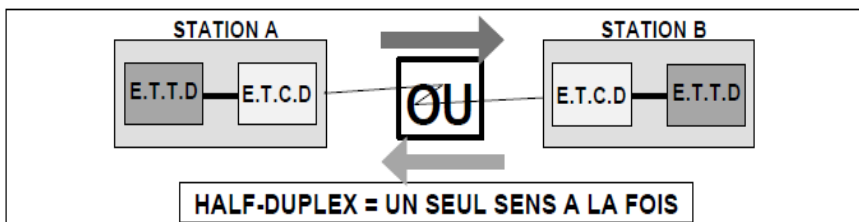
1- Simplex :

Les données circulent dans un seul sens de l'émetteur au récepteur.
Par exemple de l'ordinateur vers l'imprimante



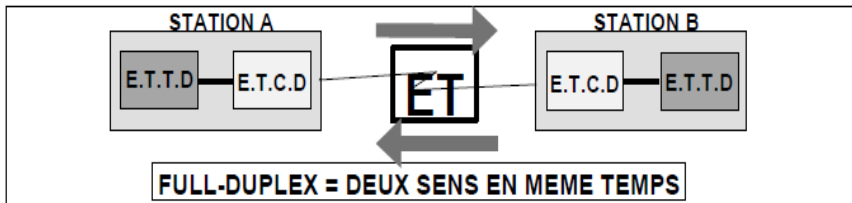
2- Half-Duplex :

La transmission est possible dans les deux sens mais non simultanément, l'exploitation est en mode bidirectionnel et alternatif. Ce type de liaison est utilisé lorsque le support physique est commun aux deux sens de transmission (lignes téléphoniques) et ne possède pas une largeur de bande suffisante pour permettre des liaisons bidirectionnelles simultanées par modulation de deux fréquences porteuses différentes ; des procédures particulières permettent alors d'inverser le sens de transmission.



3- Full-Duplex :

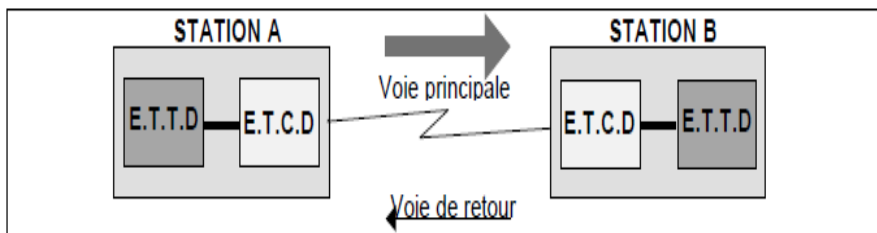
Les données peuvent être émises ou reçues simultanément dans les deux sens, l'exploitation est en mode bidirectionnel simultané. A chaque sens de transmission correspond un canal de communication propre ; lorsque le support physique est commun aux deux sens de transmission, chaque canal est défini dans une bande de fréquence spécifique



4- Voie de retour :

Dans ce mode la transmission des données peut se faire dans les deux sens mais à des vitesses différentes. Le sens utilisant la vitesse de transmission la plus élevée est appelée Voie principale. Le sens utilisant la vitesse la plus faible est appelée *Voie de retour*.

Ce mode utilisé au début de la téléinformatique n'est pratiquement plus employé. Une exception existe cependant, il s'agit du Minitel qui reçoit les données à afficher sur l'écran par la Voie principale (1200 bits par seconde) et qui émet les données frappées au clavier à 75 bits par seconde sur la Voie de retour.



IV- LES SUPPORTS DE TRANSMISSION :

La transmission des informations d'un point émetteur à un autre point récepteur nécessite un canal qui servira de chemin pour le passage de ces informations. Ce canal est appelé canal de transmission ou support de transmission. Dans les réseaux (informatiques, téléinformatiques ou télécoms), on distingue plusieurs types de support de transmission. Nous allons voir :

- Les câbles à paires torsadées ;
- Les câbles coaxiaux ;
- Les câbles à fibre optique ;
- Les Faisceaux hertziennes ;
- Les satellites.

1- Les câbles à paires torsadées :

Les câbles à paires torsadées (twisted pair cables) sont des câbles constitués au moins de deux brins de cuivres entrelacés en torsade (le cas d'une paire torsadée) et recouverts des isolants. En réseau informatique, on distingue deux types de câbles à paires torsadées :

- Les câbles STP ;
- Les câbles UTP.

• Les cables STP (Shielded Twisted Pairs) :

Sont des câbles blindés. Chaque paire est protégée par une gaine blindée comme celle du câble coaxial. Théoriquement les câbles STP peuvent transporter le signal jusqu'à environ 150m à 200m.

Les composants d'un câble à paire torsadée blindée (STP) :

- Quatre brins de cuivre entrelacés deux par deux ;
- Deux blindages autour de chaque couple de brins ;
- Une enveloppe isolante.

Le blindage permet de réduire les interférences (mélanges des signaux électriques de plusieurs lignes,...). Le blindage (STP) permet des transferts de données à des débits plus importants et sur des distances plus grandes que l'UTP.

- **Les câbles UTP (Unshielded Twisted Pair) :**

Sont des câbles non blindés, c'est-à-dire aucune gaine de protection n'existe entre les paires des câbles. Théoriquement les câbles UTP peuvent transporter le signal jusqu'à environ 100m. Les câbles à paires torsadées possèdent 4 paires torsadées.

- **Les composants d'un câble à paire torsadée non blindée :**

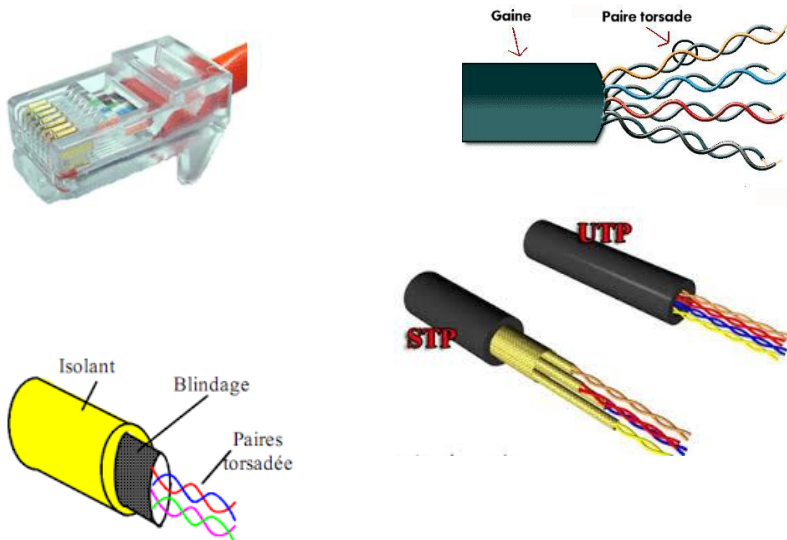
- Deux ou quatre brins de cuivre entrelacés (torsadés) ;
- Une enveloppe isolante.

- **Les caractéristiques du câble à paire torsadée non blindée (UTP) :**

- Utilisé à l'origine pour les lignes téléphoniques
- Répond aux spécifications de la norme « 10 base T » des réseaux ETHERNET
- Très utilisé pour les réseaux locaux
- Une longueur maximale de 100 mètres

Les figures suivantes montrent la forme des câbles UTP et STP

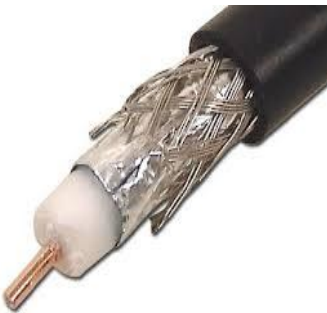
Pour les utiliser, on utilise les connecteurs RJ 45 (des connecteurs proches aux RJ 11 pour les téléphones).



2- Les câbles coaxiaux :

Le câble coaxial est composé d'un fil de cuivre entouré d'une gaine d'isolation, d'un blindage métallique et d'une gaine extérieure. On distingue deux types de câbles coaxiaux : il est caractérisé par le transport des données numériques (50 Ohms) et analogiques (75 Ohms) :

- Les câbles coaxiaux fins
- Les câbles coaxiaux épais

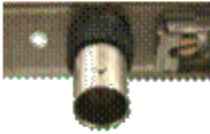


Le câble coaxial fin (thinNet) ou 10 base 2 : mesure environ 6mm de diamètre. Il est en mesure de transporter le signal à une distance de 185m avant que le signal soit atténué.

Le câble coaxial épais (thickNet) 10 base-5 : mesure environ 12mm de diamètre. Il est en mesure de transporter le signal à une distance de 500m avant que le signal soit atténué.

Pour le raccordement des machines avec les câbles coaxiaux, on utilise des connecteurs BNC.



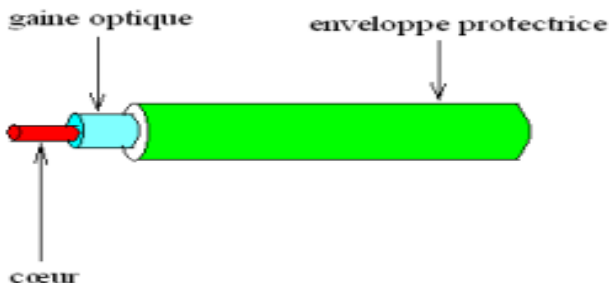


3- Les câbles à fibre optique :

La fibre optique est le support de transmission qui permet de transmettre des données sous forme d'impulsions lumineuses avec un débit plus élevé à celui des autres supports de transmissions filaires. La fibre optique est constituée du cœur, d'une gaine optique et d'une enveloppe protectrice.

La fibre optique fait circuler un faisceau lumineux qui est le support de l'information, ce qui permet au signal d'être isolé des perturbations extérieures. Son débit est de l'ordre 500 Mégabits/s.

Le signal circule sur ce média unidirectionnellement. Sa bande passante est de plusieurs Gigahertz. La distance maximum sans répéteur est de 70 kilomètres.



On distingue deux types des fibres optiques :

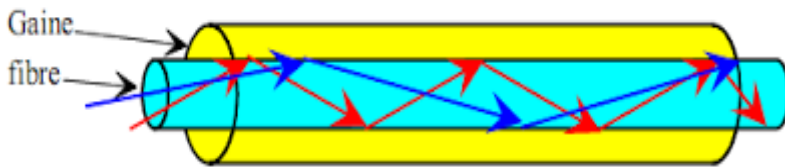
- Les fibres multimodes
- Les fibres monomodes

3.1- Les types de fibre optique :

- a- Les fibres multimodes : (Multi Mode Fiber) ont été les premières fibres optiques sur le marché. Le cœur de la fibre optique multimode est assez volumineux, ce qui lui permet de transporter plusieurs trajets (plusieurs modes) simultanément. Il existe deux sortes de fibre multimode :

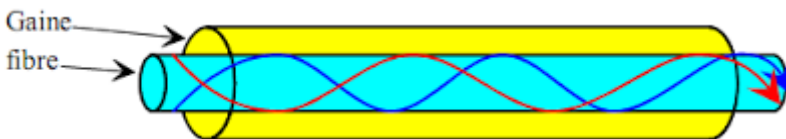
- La fibre multimodale à saut d'indice :

Constituée d'un cœur et d'une gaine optique en verre de différents indices de réfraction. Cette fibre provoque de par l'importante section du cœur, une grande dispersion des signaux la traversant, ce qui génère une déformation du signal reçu. Le diamètre du cœur (fibre) est compris entre 50 et 200 microns.



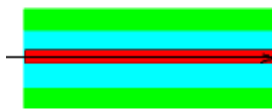
- La fibre à gradient d'indice :

Dont le cœur est constitué de couches de verre successives ayant un indice de réfraction proche. On s'approche ainsi d'une égalisation des temps de propagation, ce qui veut dire que l'on a réduit la dispersion modale. Bande passante typique 200-1500Mhzpar km.

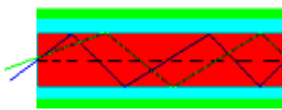


Remarque : Les fibres multimodes sont souvent utilisées en réseaux locaux.

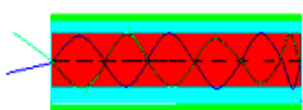
a- La fibre monomode : a un cœur si fin. Elle ne peut pas transporter le signal qu'en un seul trajet. Elle permet de transporter le signal à une distance beaucoup plus longue (50 fois plus) que celle de la fibre multimode. Elle est utilisée dans des réseaux à long distance. La bande passante transmise est presque infinie ($> 10\text{Ghz/km}$).



La fibre monomode

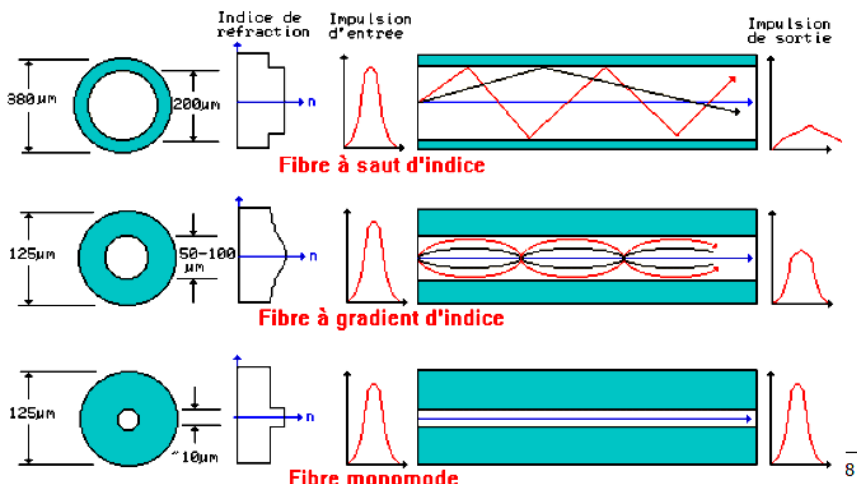


Multimode à saut d'indice



Multimode à gradient d'indice

La figure suivante montre les dimensions du cœur et des 03 types de fibre optique :



3.2- Conversion de signaux électriques en sign. Optiques :

Les signaux électriques seront traduits en impulsions optiques par une LED et lus par un phototransistor ou une photodiode. On utilise une fibre pour chaque direction de la transmission. Les émetteurs utilisés sont de trois types:

- **Les LED :** Light Emitting Diode qui fonctionnent dans le rouge visible (850nm). C'est ce qui est utilisé pour le standard Ethernet FOIRL
- **Les diodes à infrarouge :** qui émettent dans l'invisible à 1300nm
- **Les lasers :** utilisés pour la fibre monomode, dont la longueur d'onde est 1300 ou 1550nm

3.3- Caractéristiques de la fibre optique :

Les principales caractéristiques de la fibre optique sont :

- L'atténuation : inférieure à 1db/km alors elle très utile pour les longues distances
- Bande passante : 1GHz pour 1km.
- Ouverture numérique : liée au diamètre, elle permet de déterminer la fraction du rayon incident qui est admise par la fibre.
- Le signal véhiculé par la fibre optique est caractérisé par sa longueur d'onde.
- La longueur d'onde n'induit pas de contraintes.
- Les émetteurs et récepteurs disponibles sur le marché proposent essentiellement deux longueurs d'ondes : 850 ou 1300 nm.
- Les systèmes à 850 nm coûtent moins chers, mais, l'atténuation est plus faible pour les systèmes à 1300 nm (ce qui permet d'envisager des réseaux plus longs sans amplificateurs).

3.4- Les faisceaux Hertiens :

a- Principe :

Un faisceau hertzien est une onde électromagnétique et radioélectrique qui se propage dans l'air ou le vide. L'onde peut être polarisée : horizontale, verticale ou circulaire.

En transmission de donnée il faut souvent des débits d'information élevés, donc des canaux assez larges et par conséquent des porteuses élevées (800MHz..40GHz). Au-delà de 100MHz la propagation est linéaire et impose de placer des réémetteurs tous les 100km environ (tours télécom).

La propagation des ondes ne doit pas être gênée par des obstacles naturels, une liaison suppose un trajet en ligne droite.

En 1901, une liaison est établie avec l'Angleterre. Jusqu'en 1980, les faisceaux hertziens sont "analogiques" ; depuis 1983, ils sont "numériques", utilisés dans les réseaux locaux et dans les liaisons interurbaines.

Les Faisceaux Hertziens assurent une transmission radioélectrique avec les caractéristiques suivantes :

- Fréquence porteuse comprise entre 1 et 40 GHz
- Utilisation d'antennes directives. (Yagi, parabole)
- Portée variant de 10 à 60km.
- Modulations numériques, débit : 140Mbits/s dans la bande 7-11 GHz.

En première approximation, les ondes S.H.F (Super High Frequency) utilisées dans les faisceaux hertziens se propagent en ligne droite.

En réalité, leur propagation est soumise aux lois de la propagation de la lumière (diffraction, réflexion, absorption).

En conséquence, les antennes doivent être disposées en visibilité directe les unes des autres, ce qui, compte tenu de la courbure de la Terre ainsi que du relief impose leur installation sur des points hauts (pylônes, tours,...) et limite la distance qui les sépare.

Ces contraintes imposent :

- Une hauteur de pylônes (ou tours) qui peut atteindre 100m.
- Distance maximale entre antennes < 100km. (suivant relief)
- Pour des liaisons à longue distance, utilisation de stations relais pour relier deux centres terminaux. (liaison supérieure à 50km)

Les faisceaux hertziens sont utilisés principalement dans des zones d'habitats dispersés ou lorsque les conditions géographiques l'exigent. (Relief montagneux, lacs,...)

La liaison hertzienne est l'une des liaisons les plus utilisées. Cette liaison consiste à relier des équipements radio en se servant des ondes radio.

Les systèmes suivants utilisent la liaison hertzienne :

- Radiodiffusion
- Télédiffusion
- Radiocommunications
- Téléphonie
- Le Wifi
- Le Bluetooth

b- Les fréquences de faisceau hertzien :

Fréquence	Utilisation
10k - 160k	Radiotélégraphie
160k - 1.6M	Radio Grandes Ondes, Petites ondes
1.6M - 6M	Bande marine, radiotéléphone
6M - 18M	Radio ondes courtes
27M	Radio-commande, C.B.
30M - 41M	Radiotéléphone
72M	Radio-commande
156M - 162M	VHF marine (bande A)
162M - 216M	VHF télévision (bande III)
216M - 470M	Radiotéléphone ...
470M - 800M	UHF télévision (bande IV)
860M - 900M	Faisceaux télécom
890M - 960M	Téléphone GSM
1.37G - 1.45G	Liaisons faibles débits privées
1.71G - 1.88G	Téléphone DCS1800
1.88G - 1.9G	Téléphone DECT
2.4G - 2.5G	Réseaux locaux (RLAN)
3.5G	Boucle locale radio (télécom)
3.4G - 8.4G	Satellites télécom
11G - 12.6G	Satellites Télévision directe
23G	Faisceaux privés (maxi 12km)
26G	Boucle locale radio (télécom)
38G	Faisceaux privés (maxi 6km)

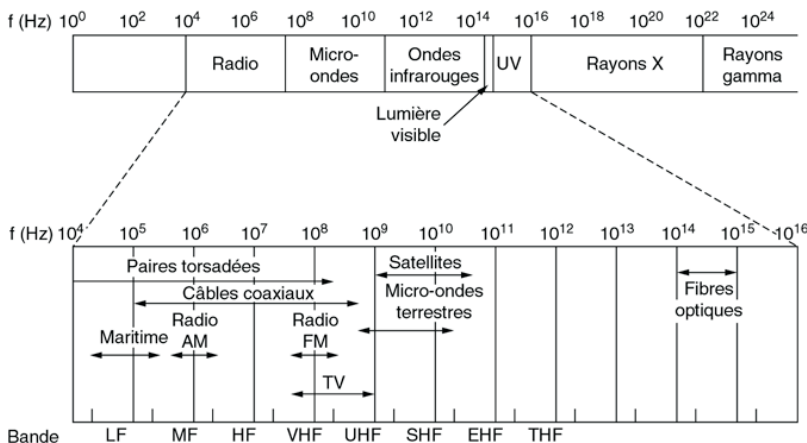
3.5- Les satellites:

a- Principe :

Les satellites utilisés sont géostationnaires: ils tournent à la même vitesse angulaire (par rapport au centre de la terre) que la terre avec une orbite située à 36.000 km d'altitude. Si l'on prend la terre comme système de référence, alors un satellite géostationnaire est immobile. Les principaux avantages sont la couverture de grandes distances, la diffusion, tout en évitant les problèmes de câblages. Les principaux défauts sont l'affaiblissement des signaux dans l'air et le temps de propagation qui est de l'ordre de 260 ms pour un trajet aller-retour. Un satellite travaille au moins avec deux bandes de fréquences, une (montante) dans laquelle il reçoit les informations, l'autre (descendante) dans laquelle il renvoie ces informations.

- possède généralement plusieurs transpondeurs (1 transponder = plusieurs centaines de communications téléphoniques),
- faisceau large ou plus étroit (very small aperture terminals, VSATs)
- grande bande passante (>500MHz),
- plusieurs orbites disponibles,
- grande couverture géographique,
- mais délais plus grands (250 à 300 ms) ,
- coût élevé par équipement.

BANDES	FREQUENCES
BANDE C	4/6 GHz
BANDE KU	11/14 GHz
BANDE Ka	20/30 GHz



© Pearson Education France

b- Caractéristiques des Satellites de communications

■ Géostationnaires :

- Orbite équatoriale
- Altitude = 36000 Km (loi de Kepler)
- Délai de transmission aller-retour ≈ 300 ms
- Bandes de fréquences : 6/4 GHz, 14/12 GHz, ...
- Plusieurs répéteurs (transpondeurs)
- Fonction de diffusion

■ Non géostationnaires :

Satellites à défilement à orbite basse LEO : Low Earth Orbit

- Orbite basse : 700 à 1500 Km

Exemples :

B1–Skybridge (Alcatel) <http://www.skybridgesatellite.com>

- 80 satellites
- Orbite = 1470km et retard = 30ms
- Débits résidentiels : 20 Mbit/s (downlink) / 2Mbit/s (uplink professionnels : 3 à 5 fois plus.

B2–Globalstar (consortium Loral-Qualcom)

<http://www.globalstar.com>

- 48 satellites
- Orbite = 1414 km
- Service : téléphonie

B3–Teledesic

- Partenaires : Bill Gates, Mc Caw, Motorola, Boeing
- 288 satellites en 12 plans de 24 satellites
- Débits : uplink ≤ 2 Mbit/s downlink ≤ 64 Mbit/s
- Projet arrêté en octobre 2002

B4–Orbcomm (Canada) <http://www.orbcomm.com>

- Constellation de 29 satellites (48 max prévus)
- Orbite = 825 km
- Débits : uplink ≤ 2400 bit/s downlink ≤ 4800 -9600 bit/s
- En service depuis 1995

IV- CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION :

1- La bande passante :

La bande passante est définie comme la quantité d'informations qui peut transiter sur une connexion réseau en un temps donné. La largeur de la bande passante est la caractéristique essentielle d'un support de transmission, qui se comporte généralement comme un filtre qui ne laisse donc passer qu'une bande limitée de fréquence appelée bande passante.

Il est important de comprendre le concept de bande passante pour les raisons suivantes.

- La bande passante est limitée par les facteurs physique et technologique
- La bande passante n'est pas gratuite
- Les besoins en bande passante augmentent rapidement

Toute fréquence en dehors de cette bande sont fortement affaiblie.



La bande passante, notée généralement W , est égale à la différence des bornes de la bande de fréquences correctement transmise: $W = f_2 - f_1$, où f_1 est la fréquence transmise la plus basse et f_2 la plus haute.

Exemple :

Une ligne téléphonique ordinaire ne laisse passer que les signaux de fréquence comprise entre 300Hz et 3400Hz. Au dehors de cette bande les signaux sont fortement atténués et ne sont plus compréhensibles, on dit alors que la bande passante d'une telle ligne est de 3400–300 Hz soit 3100Hz. Par contre un câble coaxial utilisé dans les réseaux locaux a une bande passante nettement supérieure dont la largeur est de l'ordre des centaines de MHz (300 à 400 MHz).

2- Le débit binaire :

Nous appelons le débit binaire D le nombre de bits transmis par unité de temps, représentant ainsi la vitesse de transmission. Le débit binaire est normalement exprimé en bits par seconde (bps). Une autre quantité couramment utilisée est le baud qui exprime le nombre de changement d'état par unité de temps. bps et baud ne sont équivalents que pour un signal à deux niveaux.

La bande passante est la mesure de la quantité d'informations pouvant transiter sur le réseau en un temps donné. Par conséquent, la quantité de bande passante disponible est un paramètre essentiel de la spécification du réseau.

On peut construire un réseau local pour fournir 100 Mbits/s à chaque station de travail, mais cela ne veut pas dire que chaque utilisateur aura réellement la possibilité de transmettre 100 mégabits de données sur le réseau à chaque seconde d'utilisation. Cela ne peut être vrai que dans un cas de figure idéal.

Le terme débit se rapporte à la bande passante réelle mesurée, à une heure particulière de la journée, en empruntant des routes Internet particulières et lors de la transmission sur le réseau d'un ensemble de données spécifique. Malheureusement, pour de multiples raisons, le débit est souvent inférieur à la bande passante numérique maximale prise en charge par le média utilisé.

$$D = \frac{1}{T}$$

Voici certains des facteurs déterminants pour le débit:

- Équipements d'inter réseau
- Type de données transmises
- Topologie de réseau
- Nombre d'utilisateurs sur le réseau
- Ordinateur de l'utilisateur
- Ordinateur serveur,
- Conditions d'alimentation

3- Le bruit :

Dans tout système de communication réel, on doit tenir compte du bruit qui influence le canal de communication. Mesuré en décibel, le rapport de la puissance moyenne du signal à la puissance moyenne du bruit est un paramètre très important.

a- Le bruit blanc :

Est un bruit dont la puissance est uniformément répartie dans toute la bande passante du canal, il s'agit essentiellement d'un bruit provoqué par l'agitation thermique des électrons dans le conducteur électrique.

b- Bruit impulsif :

Comme son nom l'indique ce type de bruit est a caractère impulsif, il se présente sous forme de tensions perturbatrices de valeur élevée mais de durée brève. Ces bruits sont très gênants pour la transmission de données, car le signal perturbateur modifie la *forme* du signal reçu à des instants quelconques (aléatoires) telles qu'il se produit des erreurs à la réception. Les sources de bruit impulsif sont nombreuses. On peut citer :

- **La diaphonie :** est d'une manière générale, une influence mutuellein désirable entre signaux utiles transmis sur des conducteurs voisins l'un de l'autre dans l'espace, par exemple dans un même câble. Cela résulte principalement d'un couplage inductif dû au champ magnétique de l'une des lignes sur l'autre et réciproquement¹⁴.
- Les brusques variations de courant sur les lignes d'alimentations électriques.
- Phénomènes atmosphériques, solaires, ou autres

4- L'affaiblissement :

Un support de transmission atténue (affaiblit) l'amplitude du signal qui le traverse. Le phénomène d'atténuation correspond à une perte d'énergie du signal pendant sa propagation sur le canal, est s'accroît avec la longueur de celui-ci. La quantité d'énergie perdue dépend très étroitement de la fréquence du signal et de la bande passante du réseau. On mesure l'atténuation par le rapport

$$P_s / P_e$$

Où P_s est la puissance du signal à la sortie du canal et P_e la puissance du signal à l'entrée du canal

Il est courant d'exprimer l'atténuation en décibels (dB) sous la forme:

$$A \text{ (dB)} = 10 \log (P_s / P_e)$$

Remarque :

Dans la plupart des cas, le taux d'atténuation d'un canal est connu et il peut être possible, en associant des amplificateurs correcteurs de compenser l'atténuation des que celui-ci atteint une valeur trop grande.

5- Le déphasage (distorsion) :

Le déphasage, encore appelé distorsion de phase, implique un retard du signal reçu par rapport au signal émis dû au temps de propagation de ce signal de l'émetteur vers le récepteur.

La figure suivante illustre les phénomènes d'atténuation et de retardement subis par un signal de forme sinusoïdale.

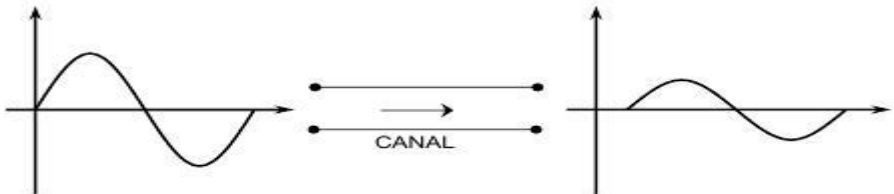
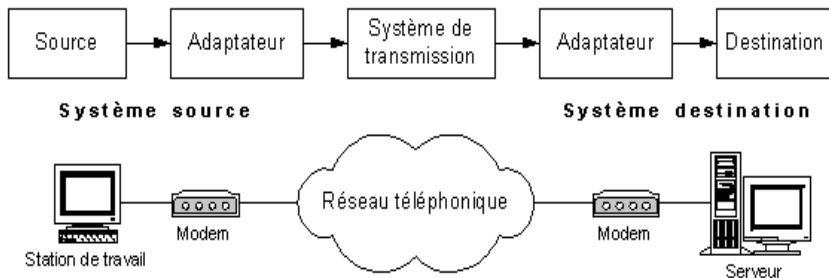


Figure : Illustration des phénomènes d'atténuation et de retardement subis pour un signal sinusoïdal traversant un canal.

V- MATÉRIELS DE TRANSMISSION :

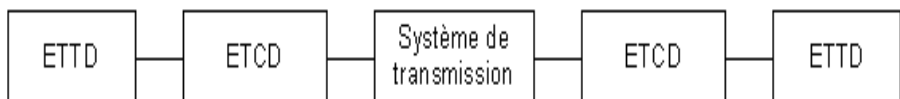
Introduction :

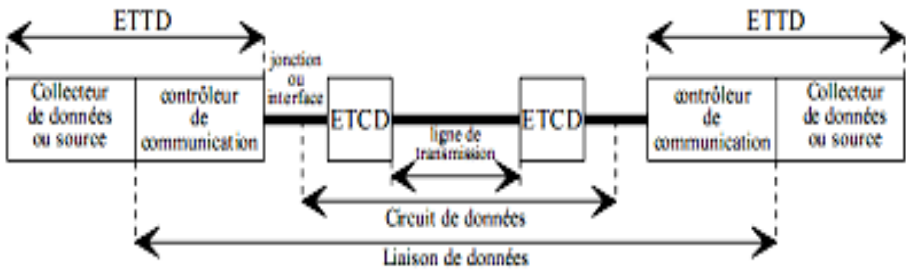
L'objectif de la transmission de données est de faire circuler des données (des signes ou des caractères) d'une station source à une station destination. On peut prendre l'exemple d'une station de travail, qui, à l'aide d'un modem et d'une ligne téléphonique, envoie des données à un serveur. Le modem joue le rôle d'adaptateur entre le système source et le système de transmission.



Le système source est appelé ETTD (Equipement Terminal de Traitement de Données) ou DTE en anglais (Data Equipment Terminal). L'adaptateur est appelé ETCD (Equipement Terminal de Circuit de Données) ou DCE (Data Communication Equipment) en anglais.

Il peut s'agir d'un Modem (Modulateur - Démodulateur) pour la transmission analogique à partir d'un signal numérique, ou d'un ERBDB (Emetteur – Récepteur en Bande De Base) pour la transmission numérique. Le signal analogique sera créé grâce à la modulation. On appelle « **jonction** » la partie qui relie l'ETTD et ETCD. La jonction constitue l'interface entre ETCD et ETTD et permet à ce dernier de contrôler le circuit de données (établissement et libération, initialisation de la transmission ...).





Quand on parle des réseaux, on dit souvent qu'on envoie des données sur le support de transmission, en binaire. En réalité, ce qui transite sur système de transmission (la fibre optique, le câble ou l'air), n'est qu'une représentation des 0 et des 1.

1- La normalisation des jonctions :

Les principales normes électriques, mécaniques et fonctionnelles rencontrées dans les liaisons séries entre ETTD et ETCD, et par extension entre deux ETTD, sont définies par les avis et recommandations de l'UIT-T, par l'ISO (International Standardisation Organization), ainsi que par l'association américaine EIA (Electrical Industry Association).

La jonction entre l'ETTD et ETCD comprend une normalisation fonctionnelle qui décrit le fonctionnement des différents signaux, et une normalisation électrique définissant les niveaux de tension de ces signaux.

a- La norme fonctionnelle V24 :

Cette norme de l'UIT (Union Internationale des Télécommunications) définit plusieurs circuits numérotés. En voici quel'un :

- 101 : Masse de protection, correspondant en général au blindage du câble
- 102 : Masse de signalisation, correspondant à la masse des signaux
- 103 : TD (Transmit Data), circuit où circulent les données asynchrones de l'ETTD vers l'ETCD

- 104 : RD (Receive Data), circuit où circulent les données asynchrones de l'ETCD vers l'ETTD
- 105:RTS (Request To Send) pour le contrôle de flux (voir plus haut)
- 106 : CTS (Clear To Send) pour le contrôle de flux (voir plus haut)
- 108 : DTR (Data Terminal Ready) indique que l'ETTD est prêt à fonctionner
- 109 : CD (Carrier Detection) remonte l'information de détection de la porteuse de l'ETCD à l'ETTD
- 125 : RI (Ring Indicator) remonte l'information d'appel distant de l'ETCD vers ETTD

b- Les normes électriques :

On distingue principalement 4 normes électriques de jonction basées sur la norme fonctionnelle V24 :

Norme	RS-232C	RS-423	RS-422	RS-485
Mode	Asymétrique	Asymétrique	Différentiel	Différentiel
Nombre d'émetteurs/ récepteurs autorisés	01 et 01	01 et 10	01 et 10	32 et 32
Longueur de câble	15 m	01 Km	01 Km	01 Km
Débit maximal	20 Kbps	100 Kbps	10Mbps	10 Mbps
Tension de sortie maximale en charge	+/- 5 V	+/- 3.6 V	+/- 2 V	+/- 1.5 V
Tension de sortie maximale à vide	+/- 15 V	+/- 6 V	+/- 5 V	+/- 5 V
Impédance de charge d'émetteur (Ohms)	3 à 7	450 Min	100	54
Sensibilité du récepteur	+/- 3 V	+/- 200 mV	+/- 200mV	+/- 200 mV
Résistance d'entrée récepteur (Ohms)	3 à 7 K	4 K min	4 K min	12 K min